REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Technologie
Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs
Session 2007

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والتكنولوجيا
المناظرات الوطنية للدخول إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2007

Concours en Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date : Jeudi 07 Juin 2007	**Heure : 8 H**	**Durée : 3 H**	**Nbre pages : 04**
Barème : Problème 1 : 11 / 20		**Problème 2 : 09 / 20**	

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

L'épreuve comporte deux problèmes **indépendants**. Le candidat peut les résoudre dans l'ordre qui lui convient, en respectant néanmoins la numérotation des questions.

Problème 1

I- DECHARGE D'UN CONDENSATEUR À TRAVERS UNE BOBINE

Un condensateur de capacité C = 0,1 µF, initialement chargé sous une tension E = 5V, est branché dans un circuit comportant une bobine d'inductance L et de résistance interne r (Figure 1). A la date t = 0, on ferme l'interrupteur K.

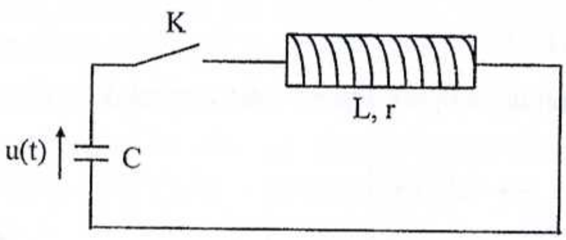

Figure 1

1- Calculer la charge initiale du condensateur.
2- Etablir l'équation différentielle de la tension u(t) aux bornes du condensateur.
3- Montrer que cette équation peut se mettre sous la forme : $\frac{d^2u(t)}{dt^2} + 2\alpha\,\omega_0 \frac{du(t)}{dt} + \omega_0^2 u(t) = 0$.
On exprimera les coefficients α et ω_0 en fonction de r, L et C.
4- Quels sont les régimes possibles de la décharge du condensateur ?
5- Quel est le régime de la décharge du condensateur dans la bobine, compte tenu des valeurs des différents dipôles utilisés ?
On donne : L = 0,1 H et r = 40 Ω.
Dans la suite de cette partie, on conservera ces valeurs de L et de r.

6- Montrer que u(t) s'écrit sous la forme : $u(t) = E\, e^{-\alpha\omega_0 t}\left(\cos\omega t + \frac{\alpha\omega_0}{\omega}\sin\omega t\right)$, où ω est un coefficient à exprimer en fonction de α et ω_0.
7- Exprimer la pseudo-période des oscillations en fonction de α et ω_0 et calculer sa valeur.

8- Calculer le temps au bout duquel l'amplitude des oscillations est divisée par 20. Commenter le résultat.

II- REALISATION D'UNE RESISTANCE NEGATIVE

On considère un amplificateur opérationnel (noté AO), supposé idéal, dont la tension de saturation est notée V_{sat} ($V_{sat} > 0$). L'AO est utilisé dans le circuit dipolaire BM (Figure 2). R est une résistance qu'on peut varier.

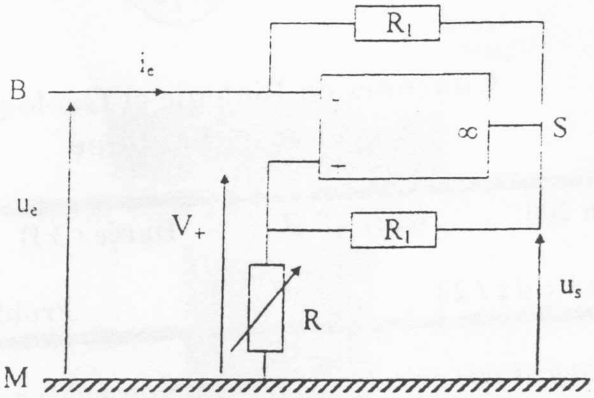

Figure 2

9-

9-1- Montrer que la tension V_+ s'écrit sous la forme : $V_+ = \dfrac{R}{R - R_1} u_s$.

9-2- Dans le cas où l'AO fonctionne en régime linéaire, déterminer la relation liant u_e et i_e.

9-3- Le dipôle BM est alors appelé « résistance négative ». Justifier cette appellation.

10- Déterminer la condition sur la tension u_e pour que le fonctionnement reste linéaire.

11- En régime de saturation, déterminer la relation liant u_e et i_e.

12- Représenter la caractéristique $u_e = f(i_e)$ du dipôle BM.

On prendra : $R_1 = 1\ k\Omega$, $R = 500\ \Omega$ et $V_{sat} = 12$ V.

III- ENTRETIEN DES OSCILLATIONS

Le dipôle BM est inséré dans le circuit de la figure 1 pour obtenir celui de la figure 3.

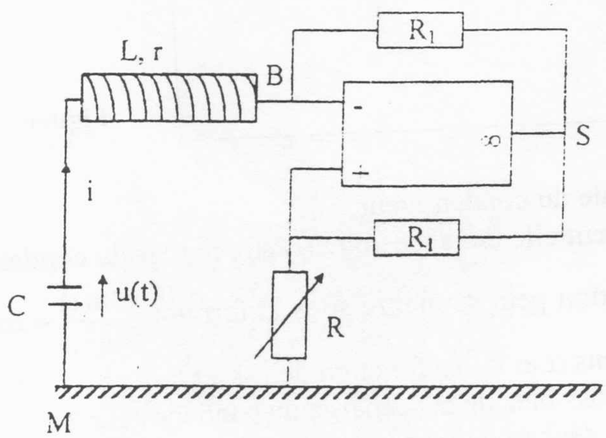

Figure 3

13- Reproduire la figure 3 sur votre copie en remplaçant le dipôle BM par son dipôle équivalent déterminé dans la question 9.

14- Etablir l'équation différentielle de la tension u(t) aux bornes du condensateur.

15- On augmente la valeur de la résistance R à partir de zéro.

15-1- À quelle condition les oscillations de u(t) sont-elles sinusoïdales ?

15-2- Déterminer, dans ce cas, la pulsation et la période des oscillations.

Problème 2

Données numériques :

* Pression de l'atmosphère : $P_1 = 1$ bar
* Constante des gaz parfaits : $R = 8,31$ J K^{-1} mol^{-1}
* Masse molaire du butane : $M_{C_4H_{10}} = 58$ g mol^{-1}
* Chaleur latente massique de vaporisation de l'eau : $L_{vap}(373\ K,\ 1\ bar) = 2,24\ 10^6$ J kg^{-1}

	butane	eau
$T_C(K)$	426	647
T_V sous 1 bar (K)	273	373
P_{sat} à 293 K (bar)	1,1	
$\rho_{liq}\ (kg\ m^{-3})$	585	

où T_C, T_V et P_{sat} sont respectivement la température critique, la température de vaporisation et la pression de vapeur saturante du corps pur considéré. ρ_{liq} est la masse volumique du corps pur à l'état liquide, supposée indépendante de la température et de la pression.

I- CHANGEMENT DE PHASE SOLIDE-LIQUIDE

On considère l'équilibre entre les deux phases liquide et solide de l'eau. Les variables d'état sont la température absolue T, la pression P et le volume massique v.

1- Tracer l'allure du diagramme de phase $P = f(T)$ d'un corps pur quelconque. Que représentent les courbes, les domaines qu'elles délimitent et les points remarquables ?

2-1- Ecrire la différentielle de la fonction enthalpie libre massique $g(T,P)$. On notera s l'entropie massique.

2-2- Ecrire la condition d'équilibre thermodynamique entre deux phases (1) et (2) à pression et à température fixées.

2-3- Déduire que la relation de Clapeyron relative à l'équilibre entre deux phases s'écrit :

$$L_{1\to 2} = T\ (v_2 - v_1)\ \left(\frac{dP}{dT}\right)_{1\to 2}.$$

Que représente $L_{1\to 2}$? Donner son unité.

3- On s'intéresse à l'influence de la pression sur l'équilibre solide-liquide de l'eau. A une température $T_0 = 273$ K, sous la pression P_0, la chaleur latente massique de fusion vaut $L_{fus} = 3,33\ 10^5$ J kg^{-1}, et les volumes massiques du liquide et du solide valent respectivement $v_\ell = 1,00\ 10^{-3}$ m^3 kg^{-1} et $v_S = 1,09\ 10^{-3} m^3$ kg^{-1}.

3-1- Calculer la pente relative à la courbe d'équilibre solide-liquide de l'eau au point (T_0, P_0).

3-2- En assimilant la courbe de fusion à une droite, évaluer la température de fusion de la glace, sous une pression de 1000 bars. Commenter.

II- CHANGEMENT DE PHASE LIQUIDE-VAPEUR

On considère l'équilibre entre les phases liquide et vapeur d'un corps pur. On note (T_c, P_c, v_c) les coordonnées du point critique.

4- Représenter, dans le diagramme (P,v), les isothermes d'Andrews d'un corps pur. On fera apparaître les paliers de changement de phase, la courbe de rosée, la courbe d'ébullition et le point critique.

5-1- Exprimer, en fonction de L_{vap} et T, les variations d'enthalpie massique Δh et d'entropie massique Δs associées au changement de phase liquide $\rightarrow$ vapeur.

5-2- A la température de 373 K, calculer Δh et Δs dans le cas de l'eau. Le signe de Δs est-il prévisible ? Justifier.

6- Déterminer l'entropie massique créée lors de la vaporisation de l'eau en contact avec un thermostat à la température 373 K sous une pression de 1 bar.

III- APPLICATION : STOCKAGE DES FLUIDES

7- Une bouteille remplie de butane, assimilée à un cylindre de volume $V = 2.5\ 10^{-2}\ m^3$, renferme une masse $m = 5$ kg.

7-1- Déterminer la masse volumique ρ_{vap} du butane gazeux, considéré comme un gaz parfait, lorsqu'il est porté à la température 293 K et sous la pression de vapeur saturante.

7-2- En comparant les trois valeurs ρ_{liq} ; ρ_{vap} et la masse volumique moyenne ρ du butane, déduire la nature des phases présentes dans la bouteille.
Quelle est alors la pression du butane dans la bouteille ?

8- Expliquer la présence d'un détendeur dans les installations de butane.

FIN DE L'EPREUVE.